



# Espacenet

## Bibliographic data: JP 56160748 (A)

### ELECTRON BEAM TUBE

**Publication date:** 1981-12-10  
**Inventor(s):** KENESU JIEREMII HAATE; EDOWAADO SESHIRU DOUAATEI ±  
**Applicant(s):** CONTROL DATA CORP ±

**Classification:** - **international:** **G11C11/30; H01J29/46; H01J29/62; H01J29/74; H01J31/08; H01J31/58;** (IPC1-7): G11C11/30; H01J29/62; H01J29/74; H01J31/10  
- **European:** H01J29/46

**Application number:** JP19800156773 19801107  
**Priority number (s):** US19790093008 19791109

**Also published as:**

- JP 1008426 (B)
- JP 1522451 (C)
- EP 0026924 (A1)
- EP 0026924 (B1)
- US 4342949 (A)
- more

Abstract not available for  
JP 56160748 (A)



①⑨ 日本国特許庁 (JP)

①① 特許出願公開

①② 公開特許公報 (A)

昭56—160748

⑤① Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 01 J 31/10  
G 11 C 11/30  
H 01 J 29/62  
29/74

識別記号

庁内整理番号  
7170—5C  
7056—5B  
7525—5C  
7525—5C

④③ 公開 昭和56年(1981)12月10日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 13 頁)

⑤④ 電子ビーム管

②① 特 願 昭55—156773

②② 出 願 昭55(1980)11月7日

優先権主張 ③② 1979年11月9日 ③③ 米国(US)  
③① 93008

⑦② 発 明 者 ケネス・ジエレミイ・ハーテ  
アメリカ合衆国マサチューセツ  
ツ州カーリスレ・イースタブル  
ツク・ロード64

⑦③ 発 明 者 エドワード・セシル・ドウアー

テイ

アメリカ合衆国マサチューセツ  
ツ州ドラカット・ビュー・スト  
リート104

⑦① 出 願 人 コントロール・データ・コーポ  
レーション

アメリカ合衆国ミネソタ州ミネ  
アポリス・サーティフオース・  
アベニュー・サウス8100

⑦④ 代 理 人 弁理士 浅村皓 外4名

明細書の抄写(内容に変更なし)

明 細 書

1. 発明の名称

電子ビーム管

2. 特許請求の範囲

- (1) 真空にされたハウジングと、該真空にされたハウジングの一端部に配置され電子ビームを発生する電子銃装置と、該ハウジングに固定され且つ該電子ビームの径路の周囲に配置された偏向装置と、該偏向装置に該電子ビームをターゲット面上の所望の点へ偏向せしめるための偏向電圧を印加する装置と、該偏向装置と同軸的に且つ該偏向装置と該ターゲット面との間にあるように配置されたレンズ装置と、を有する電子ビーム管であつて、前記電子ビームが前記偏向装置および前記レンズ装置を通過してターゲット面に入射する前に前記電子ビームを小さい発散角で発散させることによりターゲット面上における電子ビームスポットの非点収差を最小化する手段をさらに包含していることを特徴とする、電子ビーム管。
- (2) 特許請求の範囲第1項において、前記電子ビ

ームを発散させる前記手段が、前記電子銃の陽極に形成された孔と該電子銃の制御グリッドとの間の間隔、該孔の寸法および形状、該陽極と前記偏向装置への入口との間の間隔、を包含する電子銃の設計を適宜に行なうことと、該電子銃に印加される付勢電圧値の調節を行なうことと、を包含している、電子ビーム管。

(3) 特許請求の範囲第1項において、前記電子ビームを発散させる前記手段が、前記電子銃装置と前記偏向装置との間の該電子ビーム内に介在せしめられた集束レンズ装置を包含しており、該集束レンズが電子ビームを通過せしめるための中央口を有する外側レンズ板素子と内側レンズ孔素子とを少なくとも包含しており、前記電子ビームの発散が該内側レンズ孔素子に印加される付勢電圧を変化させることによつて制御されるようになってい、電子ビーム管。

(4) 特許請求の範囲第3項において、前記集束レンズ装置が、直列に配列された第1および第2の集束レンズアセンブリであつてそれぞれが外側レ

ンズ板素子と内側レンズ孔素子とを少なくとも包含し該第2集束レンズアセンブリの内側レンズ孔素子に印加される付勢電圧値を変えることにより電子ビームの前記発散が制御されるようになってゐる前記第1および第2の集束レンズアセンブリを包含している、電子ビーム管。

(5) 特許請求の範囲第1項において、前記電子ビーム管が8層静電偏向装置を有し該偏向装置が相互に電氣的に分離された8つの相互に間隔をもつた導電素子であつて中央の電子ビーム径路の周囲に環状に配列された該導電素子を包含しており、さらに前記電子ビーム管が前記8層偏向装置のそれぞれの素子に偏向電圧と共に補正電圧を印加することによつて前記ターゲット面における電子ビームスポットの収差を最小化するための補正電圧印加装置を包含しており、前記8層偏向装置のそれぞれの偏向素子に対する該補正電圧印加装置が2つの相異なる4重極補正電圧を該偏向装置の8素子の選択された諸素子に印加するための装置と該偏向装置の8素子の全てに8重極補正電圧を印

(8) 特許請求の範囲第5項において、前記集束レンズ装置が、直列に配列された第1および第2の集束レンズアセンブリであつてそれぞれが外側レンズ板素子と内側レンズ孔素子とを少なくとも包含し該第2集束レンズアセンブリの内側レンズ孔素子に印加される付勢電圧値を変えることにより電子ビームの前記発散が制御されるようになってゐる前記第1および第2の集束レンズアセンブリを包含している、電子ビーム管。

(9) 特許請求の範囲第1項において、前記レンズ装置が前記偏向装置により偏向された後の電子ビームを精密に集束せしめるための精密対物レンズを包含しており、さらに前記電子ビーム管が該精密対物レンズに動的集束補正電圧を印加する装置を包含し該動的集束補正電圧が少なくとも部分的に前記偏向装置に印加される前記電圧から得られるようになってゐる、電子ビーム管。

(10) 特許請求の範囲第5項において、前記8層偏向装置が複合蠅眼形(compound fly's eye type)電子ビーム管用の粗偏向装置を形成しており、さ

加するための装置とを包含している、電子ビーム管。

(6) 特許請求の範囲第5項において、前記電子ビーム発散手段が、電子銃の陽極に形成された孔と電子銃の制御グリッドとの間の間隔、該孔の寸法および形状、該陽極と前記8層偏向装置への入口との間の間隔、を包含する電子銃の設計を適宜に行なうことと、該電子銃に印加される付勢電圧値の調節を行なうことと、を包含している、電子ビーム管。

(7) 特許請求の範囲第5項において、前記電子ビーム発散手段が、前記電子銃装置と前記8層偏向装置との間の電子ビーム内に介在せしめられた集束レンズ装置を包含しており、該集束レンズが電子ビームを通過せしめるための中央口を有する外側レンズ板素子と内側レンズ孔素子とを少なくとも包含しており、前記電子ビームの発散が該内側レンズ孔素子に印加される付勢電圧を変化させることによつて制御されるようになってゐる、電子ビーム管。

らに前記電子ビーム管が前記真空ハウジング内の前記ターゲット面と前記レンズ装置との間に配置された精密微小偏向装置を包含しており、該レンズ装置が前記8層粗偏向装置と該精密微小偏向装置との間に配置された複数の微小レンズを有する蠅眼形の精密対物レンズ装置を包含しており、前記8層粗偏向装置が2つの8素子部分であつてそれぞれの該部分が相互に電氣的に分離され中央部の電子ビームの周囲に環状に配列された8つの導電素子を包含する該部分を包含しており、第1の該部分の各偏向素子が第2の該部分の180°対向位置にある偏向素子に電氣的に接続されており、さらに前記電子ビーム管が該第1部分のそれぞれの該素子に偏向電圧を供給して電子ビームを前記レンズ装置の所望の微小レンズへ静電的に偏向せしめるための偏向電圧供給装置を包含している、電子ビーム管。

(11) 特許請求の範囲第10項において、前記精密対物レンズ装置に対し前記電子ビーム管の前記偏向装置に印加される偏向電圧から得られる動的集

束補正電圧  $V_{OBJ(C)}$  を印加する装置をさらに包含している、電子ビーム管。

(12) 特許請求の範囲第11項において、前記動的集束補正電圧  $V_{OBJ(C)}$  が前記8層粗偏向電圧および精密偏向電圧から

$$V_{OBJ(C)} = V_{OBJ(O)} + V_{DF}$$

の關係に従つて得られ、ここに  $V_{OBJ(O)}$  は精密対物レンズ供給電圧の未補正の定数値であり、

$V_{DF} = V_{FDF} + V_{CDF}$  であつて、 $V_{FDF}$  は方程式

$$V_{FDF} = \frac{(A_{DFX} V_{FX}^2 + A_{DFY} V_{FY}^2)}{V_C} \text{ によつて与え}$$

られ、この方程式内の  $A_{DFX}$  および  $A_{DFY}$  は前記電子ビーム管の精密偏向素子の設計パラメータによつて決定される定数であり、 $V_{FX}$  は精密X軸偏向電圧値、 $V_{FY}$  は精密Y軸偏向電圧値、 $-V_C$  は前記電子銃装置の陰極電圧であり、また、 $V_{CDF}$  は

$$V_{CDF} = \frac{A_{DF}(V_X^2 + V_Y^2)}{V_C}$$

の關係によつて与えられるもので、ここに  $A_{DF}$  は前記8層粗偏向装置の設計パラメータによつて決

電子ビーム管。

(15) 特許請求の範囲第14項において、前記集束レンズ装置が、直列に配列された第1および第2の集束レンズアセンブリであつてそれぞれが外側レンズ板素子と内側レンズ孔素子とを少なくとも包含し該第2集束レンズアセンブリの内側レンズ孔素子に印加される付勢電圧値を変えることにより電子ビームの前記発散が制御されるようになって前記第1および第2の集束レンズアセンブリを包含している、電子ビーム管。

### 3. 発明の詳細な説明

本発明は、電子ビームに用いられる形式の管または円筒内において、電子または他の荷電粒子のビームに生じる収差を動的に補正した最小化するための、改良された方法および装置に関する。本発明は特に、2段式8層(eight-fold)粗静電偏向装置とアレイ式精密偏向装置とを用いた、蠅眼(fly's eye)複合レンズ形の電子ビーム管に適用するのに適している。

1979年2月27日発行の、「電子ビーム管

定される定数、 $V_X$  は粗X軸偏向電圧値、 $V_Y$  は粗Y軸偏向電圧値、 $-V_C$  は前記電子銃装置の陰極電圧である、電子ビーム管。

(13) 特許請求の範囲第12項において、前記電子ビーム発散手段が、電子銃の陽極に形成された孔と電子銃の制御グリッドとの間の間隔、該孔の寸法および形状、該陽極と前記8層偏向装置への入口との間の間隔、を包含する電子銃の設計を適宜に行なうことと、該電子銃に印加される付勢電圧値の調節を行なうことと、を包含している、電子ビーム管。

(14) 特許請求の範囲第12項において、前記電子ビーム発散手段が、前記電子銃装置と前記8層偏向装置との間の電子ビーム内に介在せしめられた集束レンズ装置を包含しており、該集束レンズが電子ビームを通過せしめるための中央口を有する外側レンズ板素子と内側レンズ孔素子とを少なくとも包含しており、前記電子ビームの発散が該内側レンズ孔素子に印加される付勢電圧値を変化させることによつて制御されるようになってい

における静電偏向器の動的補正の方法および装置」と題された、Kenneth J. Harte を発明者とする米国特許第4,142,132号には、静電偏向方式を用いた電子ビーム管および他の荷電粒子ビーム管に使用される、著しく改良された8層静電偏向装置が開示されている。この米国特許第4,142,132号に開示されている電子ビーム管は、電子ビームによりアドレス自在であるメモリに用いるために設計されたものであるが、そのようなメモリにおいては、(電流密度を一定とした場合に)電子光学装置が電子ビーム管のターゲット面において分解しうるデータ記憶位置数、または、(データビット位置数を一定とした場合に)電子ビーム管が達成しうる電流密度、はターゲット面における電子ビームスポットの収差と逆の変化をする。上記米国特許第4,142,132号に述べられているように、電子ビームスポットの収差は、静電偏向装置が電子ビームまたは他の荷電粒子ビームをして中心軸位置からターゲット面のx-y平面を横切らしめて、x-y座標によつて

記憶および／または探索されるべきデータが決定されるようになっていて、x-yアドレスビット位置の特定のものへ到達させる際に、該静電偏向装置によつて導入される。一定のターゲット面の面積におけるデータ記憶容量を最大ならしめるためには、電子ビームスポットの収差を最小ならしめなくてはならない。

上記米国特許第4,142,132号に開示されている、8層静電偏向装置と補正方法とは、著しく改善された動作特性を有し、ターゲット面におけるビームスポット収差を相当小さくすることができる。本発明は、上記米国特許第4,142,132号に開示されている8層偏向装置と補正方法との望ましい特徴を補完することによつて、動作特性の改良とターゲット面におけるビームスポット収差の最小化とを実現しようとするものである。

すなわち、本発明の主要目的は、電子ビーム管または他の荷電粒子ビーム管において、ビームスポット収差を補正し最小化するための新しい、改良された方法および装置を提供することである。

が偏向装置およびレンズを通過する前に、該電子ビームまたは他の荷電粒子ビームを小さい発散角で発散させる装置を追加したことである。その配置は、偏向器の入口近くにビームが点状ビーム源すなわち交差点をもち、コリメートされたビームの場合のように該点が無限遠になることがないようにされる。所望の該点状ビーム源は、電子銃または他の荷電粒子放出器をその各種パラメータの調節により適宜設計することによつて制御される。該パラメータとしては、例えば、電子銃の陽極に形成された孔と電子銃の制御グリッドとの間の間隔、該孔の寸法および形状、4極管または5極管構造の形成のためにそれぞれ1要素または2要素を追加使用すること、電子銃に印加される付勢電圧値および電子銃から偏向器までの間隔の調節、がある。あるいは、その代わりに、電子銃と偏向器との間の電子ビーム内に集束レンズまたは直列に配列された2段の集束レンズアセンブリを介在せしめ、該集束レンズの集束素子に印加される付勢電圧値を調節して、電子ビームまたは他の

本発明においては、特に静電偏向装置を用いた、電子ビーム管または他の荷電粒子ビーム管が提供される。このビーム管は、真空にされたハウジングと、該真空にされたハウジングの一端部に配置されて電子ビームまたは他の荷電粒子ビームを発生するための、電子銃または他の荷電粒子放出器とを包含している。該荷電粒子放出器とターゲット面との間において、ハウジングに固定された偏向器が荷電粒子ビーム径路の周面に配置され、その次にレンズが配置されている。該偏向器は、好ましくは1組または2組の相互に間隔をもつた8個の導電偏向素子を包含するもので、それらの素子が相互に電氣的に分離されて、中央の電子ビーム（または荷電粒子ビーム）の径路の周囲に環状に配列されているものとする。電子ビームまたは他の荷電粒子ビームをターゲット面上の所望点に偏向させるための電気信号を該偏向器に印加する装置が備えられている。前記レンズは、好ましくは、蠅眼形レンズアレイとする。本発明における改良点は、電子ビームまたは他の荷電粒子ビーム

荷電粒子ビームの所望の点状ビーム源を形成するようにする。

さらに、好ましくは、前記米国特許第4,142,132号に述べられているように、ターゲット面における電子ビームスポットの収差を一層小さくするために、使用されている8層偏向器のそれぞれの素子に偏向電圧と共に補正電圧をも印加する。この補正電圧は、8個の偏向素子の選択された諸素子に印加される2つの相異なる4重極補正電圧と8個の偏向素子の全てに印加される8重極補正電圧とを包含している。

偏向装置は、好ましくは複合蠅眼形電子ビーム管の粗偏向器を包含するものであり、8層粗静電偏向器、および、ターゲット面と該8層粗偏向器との間に配置された精密微小偏向器の両者と、該8層粗偏向器と該微小偏向器との間に介在せしめられた蠅眼形対物レンズアレイとを包含している。本発明の好適実施例はさらに、該対物レンズアレイに動的集束電圧を印加する装置を包含し、この動的集束電圧は、8層粗偏向電圧および精密偏向

電圧の両者から得られる。

本発明の、以上の、およびその他の諸目的、諸特徴、およびこれらに伴う多くの利点は、添付図面を参照しつつ行なわれる以下の詳細な説明によつて明らかにされる。添付図面のそれぞれにおいて、同一部品には同一参照番号が用いられている。

第1図には、本発明に従つて構成された、複合蠅眼形アレイレンズ式の、電子ビームによるアドレス自在メモリ装置(EBAM装置)のブロック図が示されているが、この装置は前記米国特許第4,142,132号の第3図に示され説明されているEBAM装置に多くの点で対応している。両装置が類似しているため、米国特許第4,142,132号の開示の全体を本出願にとり入れ、該開示において用いられている参照番号を、本発明の対応部品に対しても用いる。

第1図のEBAM装置の心臓部は、複数の複合蠅眼形電子ビーム管121から成り、該管は多数存在しうるのであるが、第1図では図を簡単にするために、これを2つだけ示してある。複合蠅眼形電

子ビーム管121はそれぞれ構造上および動作上同一のものであるから、その1つについてだけ詳述すればよいことになる。それぞれの管121は、ガラス、鋼、または他の不透過性金属から成る、真空にされた外側ハウジング部材を包含し、その内部の一端部には、通常の構造の、ディスプレイ形陰極122a、制御グリッド122b、および陽極122cを有する電子銃122が取り付けられ、点線を含む輪郭により13に示されている電子ビームを発生するようになっている。管121においては、電子光学装置およびアレイ光学装置の両者を簡単化するために、電子銃にディスプレイ形陰極を使用しているように図示されているが、本技術分野に精通する者には明らかなように、タンダステンまたは6ホウ化ランタンなどの他の熱陰極を使用することもでき、あるいは、もし所望のビーム電流密度を得るために必要ならば、電界放出形陰極を使用することもできる。さらに、管121は電子ビーム管であるものとして説明してきたが、陽イオンなどの電子以外の荷電粒子も、

電子銃122の代わりに陽イオン源を用いるように適当に設計すれば、管121に利用できることは明らかである。また、図示されているような密封された真空管の代わりに、取外せるようになっている、真空化しうる円筒を利用することも明らかである。電子ビーム13は、絶縁体によつて隔てられ同軸的に配列された有孔金属部材アセンブリを包含する集束レンズ123を通つて投射され、それによつて図示の形状の電子ビーム13が形成される。電子銃122および集束レンズ123には、電子銃電源14から付勢電圧が供給される。第1図に示されているように、電子銃の陰極のフィラメントにはフィラメント電圧 $V_F$ が供給され、電子銃の陰極122aおよび制御グリッドの両者には、陰極電圧 $-V_C$ が供給される。電子銃の陽極122cと、集束レンズアセンブリ123の外側有孔板素子123aおよび123cのそれぞれに対しては、陽極付勢電圧 $V_A$ が印加される。該アセンブリの中央孔レンズ素子123bに対しては、該アセンブリを通過する電子ビームの集束および

発散を後述のように制御するためのレンズ集束電圧 $V_L$ が供給される。レンズアセンブリ123は、外側諸素子が同電圧にある単レンズ形のものとして図示されているが、本技術分野に精通している者ならば、もし8層粗さ偏向器の入口において電子銃の陽極と異なる電子または他の荷電粒子に対する電圧が所望されるならば、単レンズアセンブリの代わりに加速または減速レンズを用いることもできることがわかるはずである。

電子ビームは集束レンズアセンブリを通過した後、2段式の8層粗さ偏向器アセンブリに入るが、このアセンブリは、2つの相異なる直列に配列された部分17aおよび17bに分割されている。それぞれの部分17aおよび17bは、前記米国特許第4,142,132号の第1図および第3図に関連して詳述されている8素子偏向器アセンブリと、構造も設計も類似している。円錐台形の偏向器アセンブリにおいて、第2部分17bは通常第1部分17aよりも大きい入口および出口直径を有するように設計されるが、極限円筒(入口端お

よび出口端の両直径が等しいもの)をいずれかの部分または両部分に使用することもできる。2段の第1部分である8層粗偏向器17aは、電子ビーム13をその中心軸からある角度離れる外向きの径路に沿って偏向させる。第2部分17bには第1部分17aと本質的に同じ諸電圧が印加されるが、それらの電圧は位相が180°偏移されているので、結果として第2部分17bは、電子ビームを管の中心軸に沿った元の径路に平行になるように逆向きに偏向させることになる。2つの部分17aおよび17bの相対的な長さは、第2部分17bから出る電子ビームが、EBAM管の中心軸(従って電子ビームの中心軸)に再び平行になるように選択される。もし所望ならば、前記米国特許第4,142,132号に詳述されているように、第2部分17bの各偏向素子に供給される偏向電圧に調節自在因子「b」を乗算することによつて、精密同調を行なうこともできる。

2段の8層粗偏向器アセンブリ17aおよび17bによつて偏向せしめられた電子ビーム13

素18の所定のx-y平面区域に入射せしめるようになつている。

精密偏向器アセンブリ124は、前記米国特許第4,142,132号に詳述されているように、相互に直角をなして延長する2組の分離された平行棒124aおよび124bを包含し、ある微小レンズに対してあらかじめ割当てられたターゲット面の区域へ、電子ビームを精密にx-y偏向せしめる。無構造のMOSターゲット要素18は、偏向感度のかなりの変動を見込んでいるので、機械的公差は厳しいものではない。書込みおよび読取りの双方に同じ偏向電圧を用いることにより、読取の際の、ターゲット面上の正確なデータ記憶位置探索が保証される。しかし、振動に対する被影響性を最小化するために、機械的構造を安定なものにすることは重要である。

第1図の、複合蠅眼形EBAM装置に用いられているターゲット要素18は、前記米国特許第4,142,132号およびそこに引用されている従来技術の参考文献に詳述されている、MOSター

は、蠅眼形微小レンズアレイ125の一部を形成する軸方向の精密対物小レンズを通過した後、複数の精密微小偏向器口の平面的アレイ124の所望の1つと実質的に同軸的になるような物理的に変位した位置で、前記粗偏向器アセンブリを出る。対物微小レンズアレイ125は、好ましくは単一電圧形のものとし、直流接地電位を基準とする全ての偏向信号およびターゲット信号の動作を容易ならしめる。微小レンズアレイ125は、同軸的に配列された3つの導電板から成り、それぞれの該板は、隣接する板の孔と同軸的に配置された孔のアレイと、電界の対称性を保つために周辺に配置された余分の孔とを有している。レンズの公差、特に孔の丸さは、微小レンズアレイによつて導入される収差を最小化するために、極めて厳しい限度まで制御される。該アレイのそれぞれの孔は精密微小レンズを画定し、それに続いてはアセンブリ124によつて画定される同軸的微小偏向器口が存在して、個々の微小レンズの選択された1つを通過した電子ビームを偏向させ、ターゲット要

ゲット要素18と同様のものである。ターゲット要素18においては電氣的区分化が十分に行なわれて、それぞれの区分部のキャパシタンスは、10MHzの読取速度程度の高動作速度に適合しうる値まで減少せしめられる。ターゲット要素のビット記憶密度は少なくとも0.6ミクロンまで小さくされることがわかつた。これは、2段の8層静電粗偏向器の組合せによつて実現される。すなわち、この組合せによつて、電子ビームは微小レンズアレイの所望の1つに入射せしめられうるようになり、その後それぞれの微小レンズに対するx-y微小偏向器によつて、それぞれの微小レンズの視界内の電子ビームの直径に近い大きさをもつスポット・アレイのアドレスが行なわれうることになる。これによつて、複合蠅眼形レンズアレイEBAM装置の記憶容量が著しく増大せしめられる。以上のような設計を用いることにより、第1図に示されている装置のアドレス能力は、それぞれのEBAM管において殆ど6,000,000スポットになりうる。このようなEBAM管を用いた記憶装置の容量

は、その装置に用いられている EBAM 管の総数によつて決定される。

第 1 図に示されている 2 段式 8 層粗さ偏向器 17 a および 17 b に課せられる要求は、第 1 に、精密微小レンズアレイ 125 の動作特性が軸外ビームによつて劣化せしめられないように、該粗偏向器から出る電子ビームが電子ビーム管の中心軸に平行にならなくてはならないことである。第 2 に、粗偏向器による仮想像（すなわち、射出ビームの投射で作られる最小仮想焦点）は、偏向電圧が変化しても装置の軸から離れてはならない。これは、精密微小レンズアレイ内のそれぞれの微小レンズの像が移動しないようにして、超安定陰極／偏向器電圧源の必要性をなくするためである。第 3 に、装置の中心軸から半径方向に変位しているビーム群、および周辺ビーム群から生じる仮想像が、非点収差がなくなるように粗偏向器の出口において一致しなくてはならない。前記米国特許第 4,142,132 号に開示されている EBAM 装置においては、もし粗偏向器がコリメーション様式で

器 132 を経て、それぞれの EBAM 管の微小偏向器アセンブリ 124 a および 124 b へ供給される。適宜の x 精密アドレスおよび y 精密アドレス信号は、主コンピュータの呼出し装置から、4 層精密偏向器電圧発生器 131 へ供給される。電圧発生器 21 および 131 は、米国特許第 1,412,132 号に十分に詳述されている。動的に補正された対物レンズ電圧  $V_{OBJ(C)}$  は、動的集束電圧発生器 22 から精密対物微小レンズアレイ 125 へ供給される。該発生器 22 の構造は、第 2 図に関連して後に詳述される。しかし、動的集束電圧発生器 22 がその動的に補正された対物レンズ付勢電圧を、精密偏向器電圧発生器 131 および粗偏向器電圧発生器 21 の双方、および対物レンズ電圧源 23 から供給される未補正一定電圧  $V_{OBJ(0)}$  から導き出していることには注意すべきである。

以上に説明され、また米国特許第 4,142,132 号に開示された電子ビーム管および装置にも関連している、完全にコリメートされた入力電子ビ-

ーム用いられれば、これら 3 条件は全て満たされるものと推測されていた。コリメーション様式にある場合には、偏向器に入るビーム束はあたかも偏向器の入口から無限遠にある上状ビーム源から発生しているかのように行動し、偏向器に入るビーム束は装置軸に平行になり、また偏向器から出るビームは該軸と平行にはなるが十分半径方向に変位せしめられて、蠅眼形微小レンズアレイ内の所望の精密微小レンズと同軸的ならしめられる。詳細に後述されるように、現在では前記推測は正しくないことがわかつている。

第 1 段および第 2 段の粗偏向器 17 a および 17 b のそれぞれの偏向素子に対しては、8 層粗偏向器電圧発生器 21 から粗偏向増幅器 19（もし使用されているならば、さらに 19 a も）を経て偏向電圧が供給される。x 粗アドレスおよび y 粗アドレスはそれぞれ、メモリと共用される中央コンピュータの呼出し装置から、8 層粗偏向器電圧発生器 21 へ供給される。精密偏向電圧は、4 層精密偏向器電圧発生器 131 から精密偏向増幅

器（すなわち、全てが装置の軸に平行になつてゐるビーム束）の代わりに、電子ビームが 8 層粗偏向器を通過する前に小さい発散角でわずかに発散するビーム束から成るようにすると、それによつて電子ビーム管または電子ビーム円筒の残留非点収差が相当減少せしめられる。この事実は、実験的にも、またコンピュータ・シミュレーションによつても確かめられている。27.9 cm（11 インチ）の長さの偏向円錐を用いた 8 層偏向器を有する電子管のシミュレーションに基づき、隅の微小レンズ（中心から 2.758 cm（1.086 インチ）の距離にある）における非点収差はガウス平面において 3.9 ミクロンから 1.5 ミクロンまで減少せしめられた。第 2 図に関連して詳細に後述されるように、動的集束補正を追加して、平行ビーム入力を  $1.2 \times 10^{-4}$  ラジアン<sup>2</sup>の発散角をもつたビーム（点状ビーム源は偏向器の前方 12.7 cm（5.0 インチ）の所にある）に変えた場合には、非点収差は隅の微小レンズにおいて 2.7 ミクロンから 0.3 ミクロンまで減少せしめられた。



第1図に示されている本発明の実施例においては、8層粗偏向器を通過する前の電子ビームに小さい発散角を導入する装置は、素子123a、123bおよび123cによつて形成される集束レンズを包含している。有孔板123bに印加されるレンズ孔素子電圧 $V_L$ を適宜に調節すれば、電子ビームの仮想的点状ビーム源、従つて該ビームの発散角を調節することができ、残留非点収差を最適の最小状態にすることができる。第1図に示されている1集束レンズ式電子ビーム管は、後述される第6図の集束レンズなしの電子ビーム管と比較すると、集束レンズアセンブリの収容のために、電子ビーム管121の全長が若干長くなつてはならない。しかし、この長さの若干の増加は、有孔素子123bに印加される電圧 $V_L$ の値を変化させることにより、電子ビームの仮想的点状ビーム源、従つてその発散角の調節が自由であることによつて正当化される。レンズの強度を変えれば点状ビーム源と像の寸法との両者を変えることができるが、これは相互に独立的には変えられない。

の孔の寸法を適宜変えることによつて制御される。第6図に示されている、集束レンズなしの電子ビーム管の欠点は、電子銃の設計パラメータが一旦選択されると、点状ビーム源、従つて発散角、および電子光学的像寸法の両者が固定されるため、比較的に自由がきかないことである。

第7図には、複合蠅眼形電子ビーム管の実施例121が示されているが、この管は2段式集束レンズアセンブリを使用しており、これは電子銃122の陽極と、2段式8層偏向器アセンブリ17aおよび17bへの入口との間に配置された、第1段アセンブリ123<sub>1</sub>および第2段アセンブリ123<sub>2</sub>を包含している。この2段式集束レンズアセンブリは、第1および第2集束レンズアセンブリのそれぞれの、有孔素子123b<sub>1</sub>および123b<sub>2</sub>に印加される2つの別のレンズ電圧 $V_{L1}$ および $V_{L2}$ を必要とする。第2段の集束レンズアセンブリを導入すると、ビーム管121の電子銃から粗偏向部までの長さが相当に長くなる(第6図に示されている、集束レンズなしの電子ビーム管における

第6図には、集束レンズアセンブリが使用されない場合の、本発明の実施例の電子ビーム管の極めて望ましい設計が示されている。第6図に示されている電子ビーム管は、最も簡単な設計を有し、(偏向電圧のほかに)電子銃に必要なフィラメント電圧、陰極電圧、および陽極電圧しか要らない点で好ましいものである。この第6図の集束レンズをもたない電子ビーム管は、素子数が最小なために簡単であり、長さが最も短い。しかし、第6図の構造においては、5極式電子銃を使用し、その第1および第2の制御グリッド122b<sub>1</sub>および122b<sub>2</sub>には陰極電圧 $-V_C$ を印加し、2つの陽極素子122c<sub>1</sub>および122c<sub>2</sub>には陽極電圧 $V_A$ を印加することが所望される。この設計においては、電子ビームの点状ビーム源、従つて発散角は、第2制御グリッド122b<sub>2</sub>の第1および第2陽極122c<sub>1</sub>および122c<sub>2</sub>のそれぞれからの間隔、第2制御グリッド122b<sub>2</sub>の孔の寸法、および第2陽極素子122c<sub>2</sub>の8層偏向器入口からの間隔、によつて制御される。像寸法は、第2陽極122c<sub>2</sub>

電子銃から粗偏向部までの長さの約2倍になる)。しかし、その代わりに、集束レンズアセンブリの第1段および第2段のそれぞれに印加されるレンズ電圧 $V_{L1}$ および $V_{L2}$ の両者を操作することにより、点状ビーム源(従つて発散角)と像寸法との双方を独立に自由に变化させうることになる。

第1図、第6図、第7図に関連して上述したように、2段式8層偏向器の入力において電子ビームをわずかに発散させると残留非点収差の減少という改良が実現される理由は、以下の通りであると考えられる。軸に沿つた入力ビーム束に対して、粗偏向器が全ての電圧において該偏向器の軸に平行な出力電子ビーム束を生じるように同調されている場合を考える。これは、米国特許第4,142,132号に述べられている8素子2段偏向器において実現されるコリメーションの条件である。そのようなビーム束内の、電圧 $V, V+\delta V$ , および $V-\delta V$ にある3ビームを考えることにする。ただし、 $\delta V$ は第3図に示されているように小さいものとする。これらのビームは良くコリメ

ートされた「電圧束」(「仮想電圧束」とも呼ばれる)を形成するものと考えられる。

いま、第4図の実線で示される平行電子ビームからなる(実)入力ビーム束を考える。第4図においては、時に偏向器の最初の部分において、(実)ビーム束(実線で示されている)と、「電圧束」(破線で示されている)との軌道の間に相当の差があることに注意すべきである。「電圧束」または「仮想電圧束」は良くコリメートされるが、(実)電子ビーム束はそうではなく、従つてターゲット面において非点収差を生じることがわかる。この非点収差は、電圧ビーム束を横切る方向における異方性コリメーション誤差によつて起こるものと考えられる。この非点収差の存在は、コンピュータ・シミュレーションによつても、また、実験的観察によつても確認される。

良くコリメートされたビーム束を用いる代わりに、第5図に実線で示されているような、適当な位置にある点状ビーム源から発生する、発散電子ビームから成る入力ビーム束を用いることができ

との軌道が完全に一致しない事実、から起こる。さらに、発散する実入力ビーム束を用いる場合には、発散ビームの点状ビーム源が $-\infty$ から偏向器に向かつて移動するのに伴つて増大する、ある偏向器掃引を導入しなくてはならないことにも注意を要する。従つて、発散ビーム束の点状ビーム源の最終的選択は、非点収差を最もよく減少させることと、該掃引を最小にすることとの妥協点で行なわれることになる。

2段式8層粗偏向器に入る前の電子ビームにわずかな発散を導入するほかに、さらに複合蝇眼形電子ビーム管121の微小対物レンズアセンブリ125に対し、動的集束補正電圧を印加することにより、ターゲット面における非点収差をさらに小さくすることができる。米国特許第4,142,132号には、動的に補正された集束電圧を、精密偏向電圧から導き出す、動的集束電圧発生器が開示されている。第2図には、第1図の装置に使用するための、改良された動的集束電圧発生器22が示されているが、この発生器の場合は、対物微小レ

る。この場合、わずかに発散するビーム束における点状ビーム源は、偏向器に入る前の、偏向器の入口の所、または該入口の少し前の所に配置される。このような方式にすれば、第5図からわかるように、(実)電子ビーム束の軌道は「電圧束」の軌道にさらに近づき、従つて、(前記入口において)発散する実電子ビーム束は偏向器の出口において異方性コリメーション誤差が小さくなるので、ターゲット面における非点収差が小さくなる。前述のように、このことはコンピュータ・シミュレーションによつても、また実験的観察によつても確かめられている。

発散実ビーム束における点状ビーム源の最適位置は、粗偏向器のちょうど入口の所ではなく、該入口から偏向器の長さの約15~20%前であることが、観察されたいくつかの構造のビーム管において判明した。この変位は、(i)実ビーム束電圧と「電圧束」電圧との間の2次の差(ビーム束においては全てVであり、「電圧束」においては $V \pm \delta V$ である)、および(ii)実ビーム束と「電圧束」

ンズアセンブリ125に印加される動的に補正された集束電圧は、精密偏向電圧と粗偏向電圧との両者から得られている。第2図に示されているように、第1図の動的集束電圧発生器22は、通常市販されている集積回路構造をもつた、1対の入力乗算増幅器111および112を包含している。乗算器111への入力としては、低レベル精密偏向電圧 $V_{FX}$ が供給され、自身と乗算されて信号 $V_{FX}^2$ となつて、乗算器111の出力に現われる。同様にして、乗算器112の入力には、低レベル精密偏向電圧 $V_{FY}$ が供給され、自身と乗算されて信号 $V_{FY}^2$ となつて、乗算器112の出力に現われる。乗算器111の出力には、伝達関数 $C_{F2} A_{DFX}$ を有する通常の商業的構造をもつ演算増幅器113が接続され、その出力に信号 $C_{F2} A_{DFX} V_{FX}^2$ を発生する。ここに、値 $C_{F2}$ は、精密偏向増幅器利得を $G_F$ とし、粗偏向器に対する陰極電圧を $-V_C$ とするとき、値 $G_F^2/V_C$ をもつた換算係数である。また、 $A_{DFX}$ は、米国特許第4,142,132号に詳述されているように、精密X偏向器の設計パラメータに

よつて決定される定数である。乗算器 112 の出力は、増幅器 113 と同様の構造をもち、伝達関数  $C_{F2} A_{DFY}$  をもつ演算増幅器 114 に供給され、その出力に信号  $C_{F2} \cdot A_{DFY} \cdot V_{FY}^2$  を発生する。ここに、定数  $A_{DFY}$  は、やはり精密 Y 偏向器のパラメータによつて決定される定数である。増幅器 113 および 114 の出力は、通常の市販の構造をもつ加算増幅器 116 に供給され、増幅器 116 は出力として動的精密補正電圧である  $C_{F2} (A_{DFX} \cdot V_{FX}^2 + A_{DFY} \cdot V_{FY}^2) = (A_{DFX} \cdot V_{FX}^2 + A_{DFY} \cdot V_{FY}^2) / V_C = V_{FDF}$  を発生する。ただし、ここに  $V_{FX} = G_F V_{FX}$  および  $V_{FY} = G_F V_{FY}$  は、それぞれ X および Y 精密偏向板電圧であり、 $V_{FDF}$  は該精密偏向電圧から導き出された動的集束補正電圧である。

粗偏向電圧  $V_X$  および  $V_Y$  は、それぞれ、対応する乗算増幅器 111c および 112c を経、さらに演算増幅器 113c および 114c を経て、第 2 の加算増幅器 116c に供給されるが、これらの乗算器、演算増幅器、および加算増幅器 116c は全て、精密偏向チャンネルに関して述べた対応番

第 3 の、これも通常の市販の構造の加算増幅器 118 は、以上の説明により明らかにされた、粗偏向電圧と精密偏向電圧とから得られた動的集束補正電圧  $V_{DF}$  と、第 1 図の対物レンズ電圧源 23 から供給される一定な未補正対物レンズ電圧  $V_{OBJ(0)}$  とを加算する。それによつて加算増幅器 118 はその出力に動的に補正された対物レンズ集束電圧  $V_{OBJ(c)}$  を発生し、これを電子ビーム管 121 の複合蠅眼形対物微小レンズアセンブリ 125 に印加する。

以上の説明によつて明らかにされたように、本発明は電子ビーム管における収差を最小化する方法および装置、および、それらによつて電子ビーム管および電子ビーム円筒および他の類似の荷電粒子装置の像面に得られる効果、を提供するものである。本発明の装置は特に、単一管または単一円筒構造において 2 段式 8 層静電粗偏向器を蠅眼形微小レンズおよび微小偏向器と共に用いる、2 段式蠅眼形の電子ビーム管または取外し自在の電子ビーム円筒に使用するのに適している。しかし、

号の各要素と同じ構造のものであり、ただ粗偏向電圧  $V_X$  および  $V_Y$  のために動作することだけが異なっている。加算増幅器 116c の出力には、動的に補正された粗集束電圧  $V_{CDF}$  が発生するが、

$$\text{これは } C_2 A_{DF} \cdot (V_X^2 + V_Y^2) = \frac{A_{DF} (V_X^2 + V_Y^2)}{V_C}$$

に等しい。ここに、 $C_2$  は、粗偏向増幅器利得を 0 とするとき値  $0^2/V_C$  をもつ換算係数であり、 $A_{DF}$  は定数であり、 $V_X = G_V V_X$  および  $V_Y = G_V V_Y$  はそれぞれ X および Y 粗偏向板電圧である。定数  $A_{DF}$  は、実験的にも、またコンピュータ・シミュレーションによつても決定でき、点状ビーム源の粗偏向器入口に対する位置、粗偏向器アセンブリの物理的パラメータ、および対物レンズの焦点面の電圧依存性、によつて決定される。

加算増幅器 116 の出力に発生した動的精密集束補正電圧  $V_{FDF}$  と、加算増幅器 116c の出力に発生した動的粗集束補正電圧  $V_{CDF}$  とは、出力加算増幅器 117 へ入力として供給され、その出力には動的集束補正電圧  $V_{DF} = V_{FDF} + V_{CDF}$  が発生する。

本発明は 8 層静電粗偏向器を用いた複合蠅眼形の電子ビーム管に適用されるだけではなく、偏向器の次にレンズを有する電子ビーム管または他の荷電粒子ビーム管またはビーム円筒における、任意の公知の偏向装置に適用されうる。例えば、本発明は偏向器の次に対物または投射レンズをもつ形式の、4 層静電偏向器、平行板偏向器、いわゆる「デフレクトロン (deflectron)」偏向器、または磁気偏向装置を用いた電子ビーム管または他の荷電粒子ビーム管に使用されうる。本発明に従つて構成された、新しい、改良された電子ビーム管および他の荷電粒子装置の上述のいくつかの実施例に対しては、上述の説明に基づいて本技術分野に精通する者ならば改変および変更を行ないうることは明らかである。特許請求の範囲によつて定められる本発明の全範囲内において、本発明の特定実施例に対して改変が行えることは当然である。

#### 4. 図面の簡単な説明

第 1 図は、いくつかの、電子ビームによるアドレス自在メモリ管 (EBAM 管) の、ターゲット面に

おける電子ビームスポットの収差を動的に補正し最小化するための改良された方法および回路装置を説明するための、複合蠅眼形 EBAM の機能ブロック図である。

第2図は、複合蠅眼形 EBAM 管に印加される粗偏向電圧および精密偏向電圧の双方から動的集束電圧を導き出して該 EBAM 管の対物レンズアレイに印加するための、本発明に従って構成された動的集束電圧発生器の回路構造を示す機能ブロック図である。

第3図は、米国特許第4,142,132号に従い、良くコリメートされ高度に集束された電子ビームを与えるように設計された従来技術の8層静電偏向器における、3つのわずかに異なる電圧に対応する、3つの破初軸に沿っていたビームの径路を概略的に示している。

第4図は、第3図の電圧径路に対応する平行電子ビームの入力径路を電圧径路特性に追加した、第3図の概略図の改変図である。

第5図は、米国特許第4,142,132号に説明

されている従来技術において用いられた高度にコリメートされたビームとは反対の、本発明による改変である、8層静電偏向器を通過せしめられるわずかに発散する入力電子ビーム束のビーム径路を示している。

第6図は、第1図に示されている装置に用いるための改変 EBAM 管で、該管の電子銃と8層静電粗偏向器の入力との間に集束レンズが用いられていないものの概略図である。

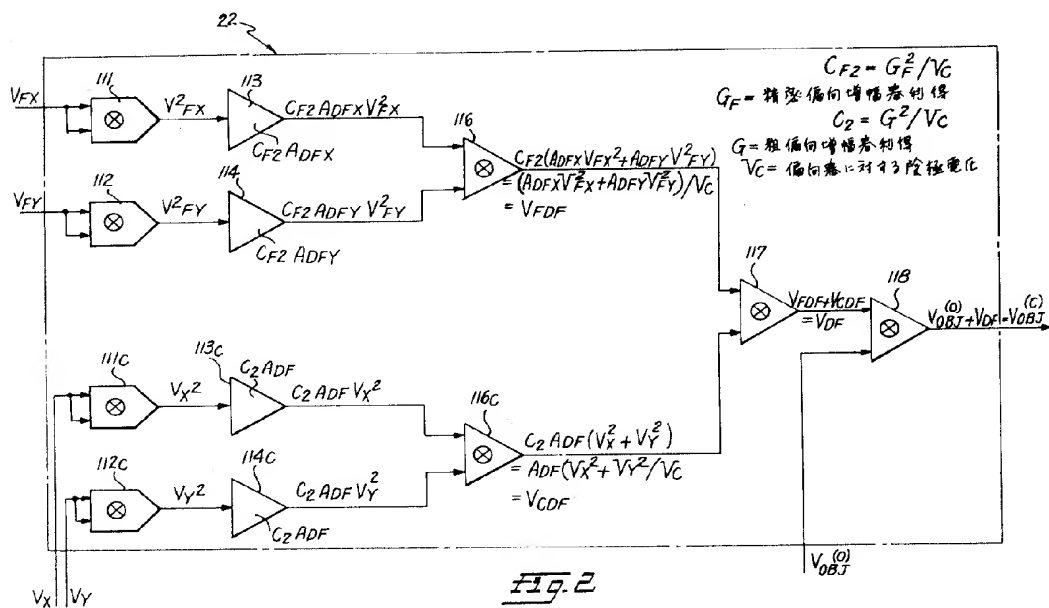
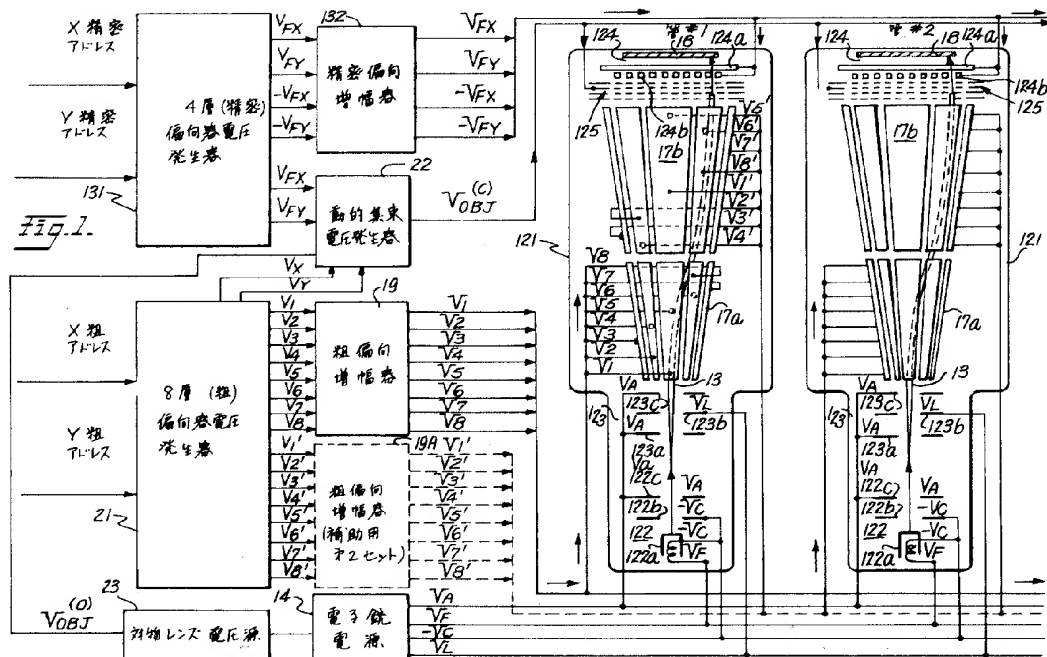
第7図は、第1図に示されている装置に用いるための、さらに別の設計の EBAM 管で、該 EBAM 管の電子銃8層静電粗偏向器との間に2つの直列に配列された集束レンズアセンブリが介在せしめられているものの概略図である。

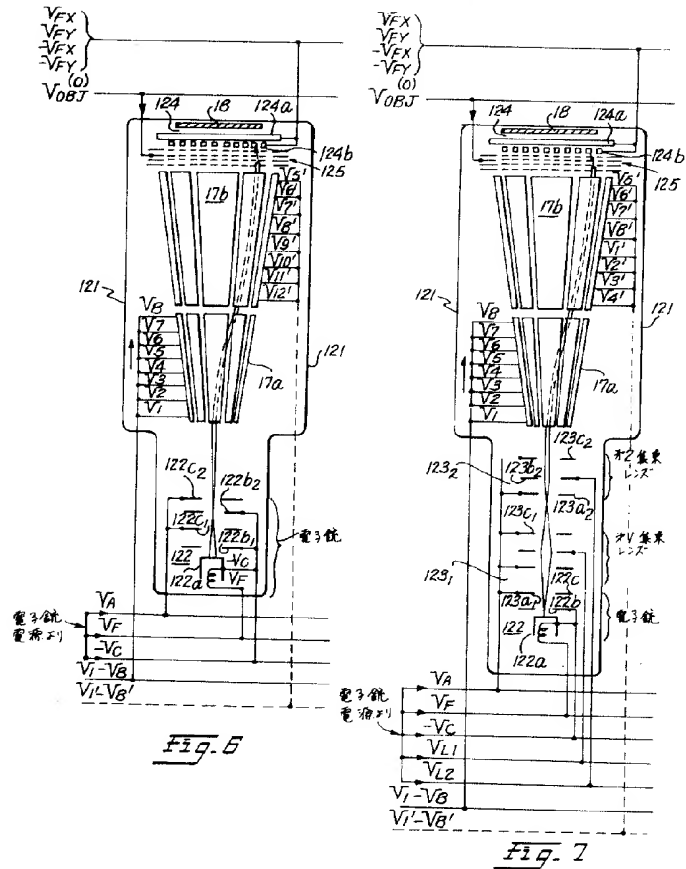
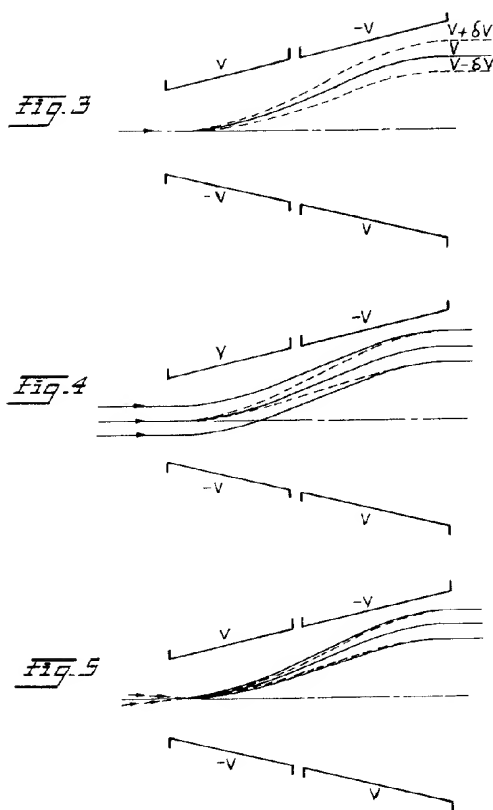
13…電子ビーム, 17a, 17b…8層粗偏向器, 18…ターゲット要素, 21…8層粗偏向器電圧発生器, 121…複合蠅眼形電子ビーム管, 122…電子銃, 123…集束レンズアセンブリ, 124…精密偏向器アセンブリ, 125…蠅眼形対物微小レンズアレイ, 131…4層精密偏向器

電圧発生器。

代理人 浅 村 皓

図面の浄書(内容に変更なし)





## 手続補正書 (自発)

昭和55年12月22日

特許庁長官殿

## 1. 事件の表示

昭和55年特許願第156773号

## 2. 発明の名称

電子ビーム管

## 3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所

氏 名

(名 称)

コントロール データ コーポレーション

## 4. 代 理 人

居 所

〒100 東京都千代田区大手町二丁目2番1号

新 大 手 町 ビ ル ダ イ ナ ミ ッ ク 3 3 1

電 話 (211) 3 6 5 1 (代 表)

氏 名

(6669) 浅 村 皓

## 5. 補正命令の日付

昭和 年 月 日

## 6. 補正により増加する発明の数

## 7. 補正の対象

明 細 書

## 8. 補正の内容

別紙のとおり

明細書の浄書 (内容に変更なし)

## 手続補正書 (方式)

昭和56年4月17日

特許庁長官殿

## 1. 事件の表示

昭和55年特許願第156773号

## 2. 発明の名称

電子ビーム管

## 3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所

氏 名

(名 称)

コントロール データ コーポレーション

## 4. 代 理 人

居 所

〒100 東京都千代田区大手町二丁目2番1号

新 大 手 町 ビ ル ダ イ ナ ミ ッ ク 3 3 1

電 話 (211) 3 6 5 1 (代 表)

氏 名

(6669) 浅 村 皓

## 5. 補正命令の日付

昭和56年3月31日

## 6. 補正により増加する発明の数

## 7. 補正の対象

図面の浄書 (内容に変更なし)

## 8. 補正の内容

別紙のとおり